

# KUTATÁSI BESZÁMOLÓ

## Fűtött többhajós, többtechnológiás fóliaházak néhány fontos, egymásra ható fizikai paraméterének vizsgálata

**A kutatás időtartama:**

**2004. január 1-től 2006. június 30.**

**A kutatás során kitűzött fő feladatok a következők voltak:**

- Magyarországon használatos, különböző legalább 15 burkolófolia spektrális fényáteresztő képességének összehasonlítása
- Különböző típusú és vastagságú, adalékanyagú és életkorú fóliák szilárdsági mérései és az adatok kiértékelése, a kultúra specifikus fóliaválasztás céljából.
- Különböző fóliaház vázszerkezetek vizsgálata statikus és dinamikus peremfeltételek (erőhatások) figyelembe vételével üzemszerű használatban .

**A kutatás során elérendő eredmények:**

- Kultúra specifikus fólia ajánlások kidolgozása a spektrum függvények és a szakító szilárdság alapján kiscgazdaságok részére,
- megalapozva a szaktanácsadást a hazai viszonyok között kapható vázszerkezetek és fóliák választásához.
- Technológiától független általánosan is használható elméleti megállapítások a mért paraméterek összefüggéseinek megállapításával.

**A kutatás időtartama alatt valamennyi feladat elvégzésére sor került, a tervezett eredmények elérésével. Az eredményeket 5 közlemény részletesen tárgyalja, a jelen kutatási jelentésben csupán a legfőbb eredmények összefoglalására kerül sor.**

## 1. ELŐZMÉNYEK

A zárt termesztő berendezésekben történő termesztés az időjárás, mint természeti feltétel, viszonylagos kizárása miatt sokkal nagyobb, s főként biztonságosabb bevételt eredményez, viszont ez a termesztés jár a legnagyobb befektetéssel is. Jelenleg Magyarországon 40-50 ha üvegház, 5000 ha körüli a fóliás zöldségfajtatás területe, ennek a 10-15%-án zajlik fűtött termesztés.

Jelenleg a magyarországi körülményekre és feltételek között a *kettős fóliaborítású blokkrendszerű növényházak* nyújtják az ideális középutat, amikor a beruházás színvonala, és a beszerzés költsége a zöldségfajtatás igényével, jövedelmezőségével harmóniában van, ezért ma Magyarországon az intenzív zöldségfajtatás nagyrészt kettős fóliaborítású, blokkrendszerű növényházakban folyik. A kettős fóliaborítás célja, hogy a két réteg között kialakított levegőréteggel jobb hőszigetelést érjünk el, mint egy hagyományos egy réteggel borított növényház esetében. A két fóliaréteg igénybevétele más és más, ezért a mechanikai-, hő-, és sugárzási terhelések figyelembevételével a két fóliarétegen más paramétereket állíthatunk be az adagolás során. Mivel a fóliaházakat burkoló műanyagok tulajdonságai a gyártóknál részletesen állnak csak rendelkezésre, amely alapján

energetikai számítások és kultúra specifikus ajánlások tehetők ezért méréseket végeztünk különböző vastagságú és adalékolású fóliamintákon. E vizsgálatok eredményeként szempontok ajánlhatók a két fóliaréteg kiválasztásához.

A mezőgazdasági burkolófóliák alapanyaga általában Polietilén. A fóliák alap adalékolása az UV stabilitást biztosító UV abszorpciós adalék és különböző stabilizátorok, amelyek a hő és az oxigén által okozott degradációt fékezik, a fólia vegyszerállóságát javítják, mivel a permetezések során növényházak fóliatartó szerkezeti elemének és a burkolófelület érintkezésének vonalában koncentráltan kicsapódik. Ennek jelentősége a fólia élettartamában van. Mennyisége meghatározza, hogy a fólia hány évig használható 95%-os biztonsággal. Az adalékok további részét képezi a különböző termo effektusokat előidéző ásványi töltő anyagok (pl. kréta).

## **2. ANYAG ÉS MÓDSZER**

### **Spektroszkópiai mérések:**

A méréseket két hullámhossz tartományban végeztük.

Az első tartomány 190→1000 nm-ig terjedt. Ebben a tartományban vizsgálhatjuk a fotoszintézishez szükséges 340-780 nm-ig terjedő spektrumot.

A második méréstartomány 1000→20000 nm-ig terjedt.

A spektrális mérések során alkalmazott készülékek:

- Jasco UV, visible V550-es kétutas készülék, amely 200→900 nm tartományban alkalmazható spektroszkóp
- Bruker IFS 66 V/5 NIR 666→2000 nm tartományban alkalmazható spektroszkóp
- Jasco FTIR 300 E Fourier-transzformációs infravörös spektroszkóp, 1428→25000 nm-es tartományban

A fóliapár választáshoz az ismeretlen adalékolású fóliák spektroszkópiai méréseit végeztük el. A belső fólia ép, nem jelentkező degradáció, tehát alkalmazható nem UV stabil belső fólia, ha a külső fólia UV abszorpciója megfelelő.

Az eredő spektrális fényáteresztés kialakításhoz mérni kell a fólia adalékainak hatását a spektrális fényáteresztésre. Ezért tiszta PE fóliából három, a gyakorlatban alkalmazott vastagságban (100mm, 150mm és 200mm) készített mintákat a TVK területén működő HelioPlast Kft, amelyen a vastagság és spektrális áteresztőképesség függvényét vizsgáltuk. Az adalékolás és a spektrális áteresztőképesség összefüggéseinek vizsgálatra négy különböző, 170mm vastag ismert adalékolású fóliaminta készült el.

### **Szakítóvizsgálati mérések**

A szakítóvizsgálatokat a „Műanyagok. A húzási tulajdonságok meghatározása” című MSZ EN ISO 527-1:1999 szabvány szerint végeztük egy Instron szakítógéppel. A minták szélessége 50 mm, a mérésnél az előterhelés 5 N, az előtolás 25 mm/min és a befogópofák közötti távolság 100 mm volt.

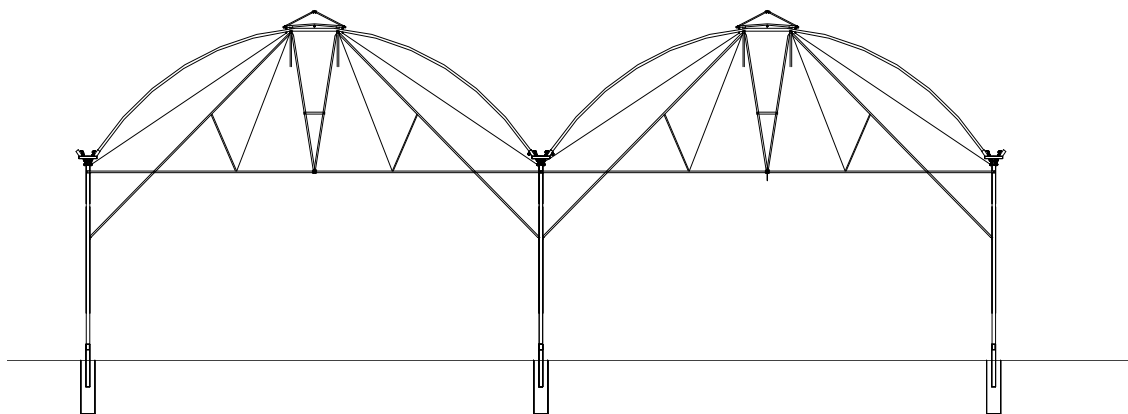
### **A növényház vázszerkezeti vizsgálata:**

A statikus modell alapján meghatároztuk a növényházon a nyúlásmérő bélyegek elhelyezési pontjait, melyek a statikus és dinamikus erőhatások által okozott deformációk üzemszerű (hosszú-távú) többparaméteres valós idejű mérését és kiértékelését teszik lehetővé. A nyúlásmérő bélyegek felhelyezése után a hosszútávú mérések és azok kiértékelése folyamatosan zajlanak, melyek eredményeit szintén közleményben jelentetünk meg.

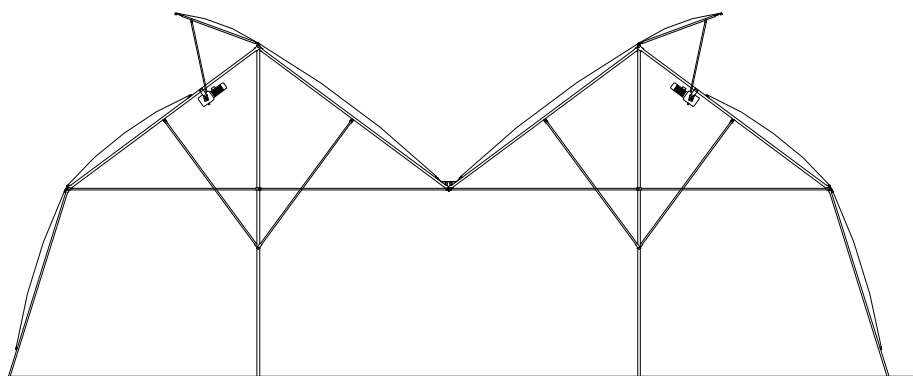
### 3. EREDMÉNYEK

#### NÖVÉNYHÁZ VÁZSZERKEZETEK

A növényház tervezésének egyik fő szempontja, hogy a belső páralevezetés a fólia geometriai elrendezéséből adódjon, ezzel támogatva a biológiai növényvédelem alkalmazásának lehetőségét. Így a lecsepegő pára nem okoz gombás betegségeket, mint az íves fóliaházaknál általában. A dupla fóliás létesítményeknél a szigetelő légréteg kialakítás kétféle módon történhet. A kétféle kialakítás a belső fólia mechanikai igénybevételét befolyásolja. Az első típusnál, amelyet az 1. ábra mutat a külső fólia az íveken támaszkodik fel, a belső fólia húrszerűen van kifeszítve, ezzel biztosítva a jó páralevezetést. Itt a belső fóliának csak a saját súlyát kell tartania. Nincs kitéve a külső környezeti hatásoknak. Ez a jellemző Magyarországon a saját kivitelezésekben épült növényházakra. Alkalmaznak kettős vázszerkezetet is, ahol szintén csak az öntartás a belső fólia terhelése.



1. ábra: Furafol 2002-es növényház keresztmetszete



2. ábra: Furafol 2004-es növényház keresztmetszete

A típus továbbfejlesztését a dráguló energiaárak miatt visszaszoruló téli termesztés és az egyre nagyobb mértékű terméstartás közösen indukálták. A 2. ábrán bemutatott növényház csak egyenes elemeket tartalmaz, a hajók csatlakozásánál

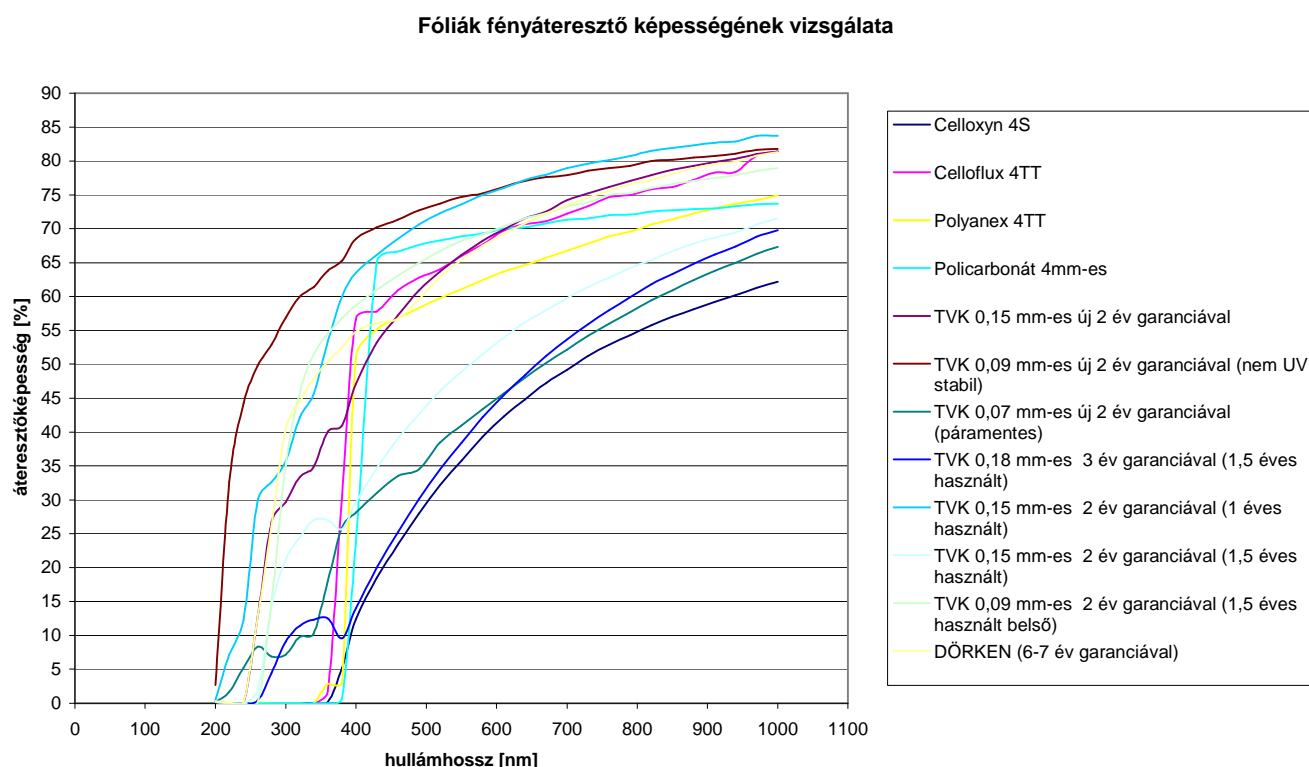
fóliából van kialakítva a vápacsatorna, amely hóveszély esetén nyitható, így a hó télen az üres növényházba csúszik, ezzel tehermentesítve a vázszerkezetet és a fóliákat. E növényháznál, a vázszerkezet tartja a belső fóliát. A külső fóliát egy túlnyomásos légpárna tartja és így alakul ki a szigetelő levegőréteg, ezért közvetetten a belső fólia is ki van téve a környezet okozta terheléseknek.

Más növényházgyártók esetében is ez a tendencia, hogy a szigetelő légréteget túlnyomással alakítják ki és a belső fóliát is teherviselővé teszik, ezért a *külső belső fóliát azonos típusúnak választják, amely a spektrális fényáteresztő tulajdonságoknál a növény szempontjából nem a lehető legjobb.*

## OPTIMÁLIS FÓLIAPÁR VÁLASZTÁS

A fóliapár kiválasztása eddig nem alkalmazott kritériumok alapján történt. Mivel a növényházat két réteg fóliaréteg burkolja a jobb hőszigetelés miatt, ezért az *eredő fényáteresztő képességet a két fólia transzmittanciájának szorzata adja spektrálisan.*

A belső réteg kiválasztásánál - amit nem érnek mechanikai behatások a külső környezet miatt (szélteher, hóteher, jégeső) és az UV sugárzást a külső fólia megszüri - a legnagyobb szerepet, a maximális áteresztőképesség kapta. **Ennek a szempontnak legjobban a TVK 0,09 mm vastag, nem UV stabil fóliája felelt meg (3. ábra),** amelynek a fotoszintézis I-es tartományában, 440 nm-nél a fényáteresztése 72% legmagasabb érték a vizsgált fóliák között.

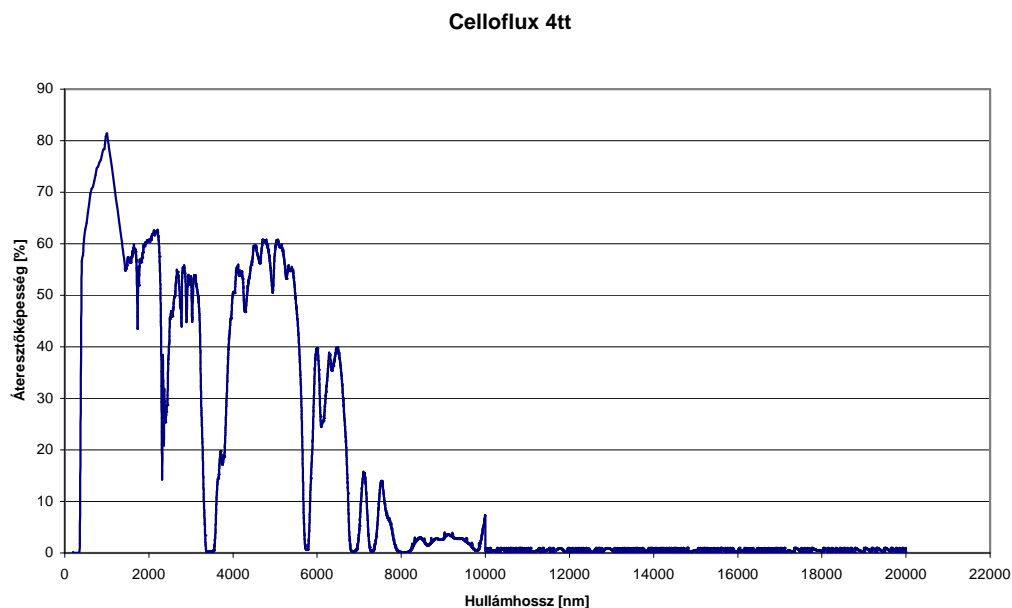


3. ábra: A fóliák fényáteresztő képességének spektrális eloszlása

A növényházat burkoló külső fólia réteg kiválasztásához több szempontot kell mérlegelni. Ezek sorban:

- A lehető legjobb fényáteresztő képesség a fotoszintézishez szükséges tartományban
- UV adalékolt
- Jó mechanikai tulajdonságok
- Jó termikus tulajdonság (6000→12000 nm-es tartományt minél kisebb százalékban engedje át, mivel ez határozza meg, hogy kialakul-e a klasszikus üvegházhatás, amelyre a fóliaházaknál törekszünk)

**Ezeknek a szempontoknak legjobban Celloflux 4TT fólia felelt meg.** A 4. ábra a két mérési tartományát (190→20000 nm-es) együttesen mutatja be a Celloflux 4TT fólia esetében.



4. ábra: Celloflux 4TT fényáteresztő képességének spektrális eloszlása

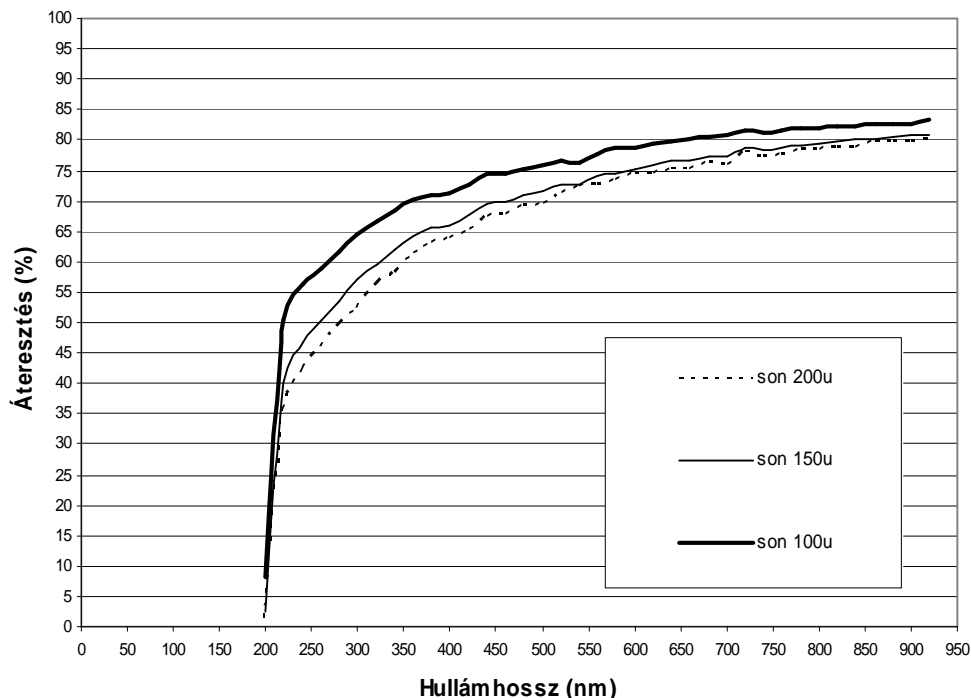
A használt UV stabil fóliák mérési eredményeinél növekvő UV sáv áteresztés figyelhető meg. Ez arra következtet, hogy csökken az UV abszorpciós adalék hatása, ezáltal a fólia tönkremenetelét is jellemezni lehet vele.

A különböző vastagságú tiszta PE minták és a spektrális áteresztőképesség közötti összefüggést mutatja az 5. ábra. A fotoszintézis I-es tartományában (440 nm) a 100mm és a 200mm vastag fólia között a különbség 4-5%, a 150mm és a 200mm között 1-2%, ami már mérési pontatlanságból is adódhat.

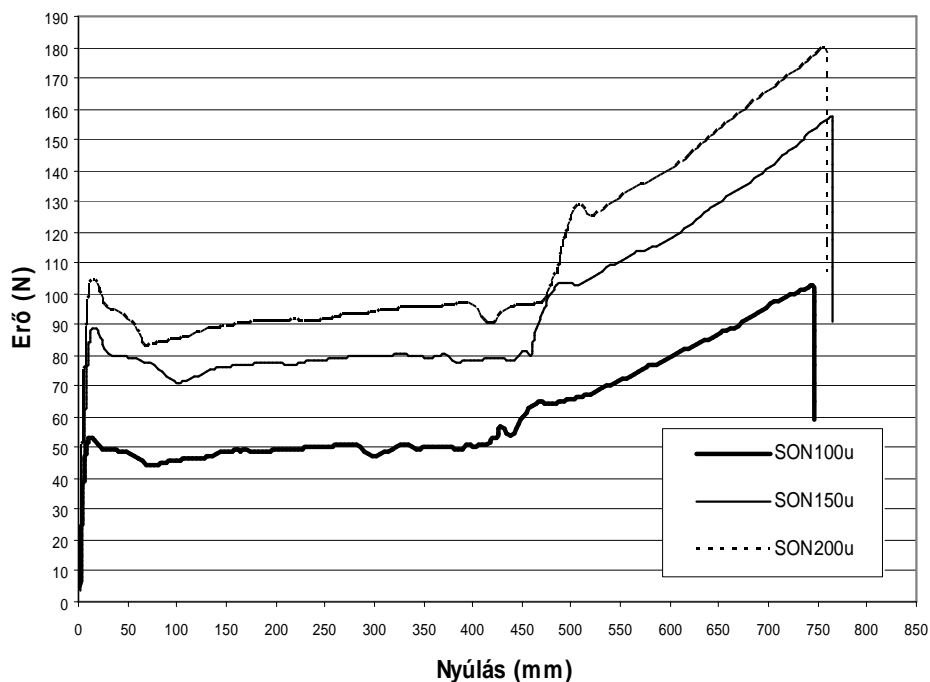
A szakítódigram (6. ábra) alapján látható, hogy a fólia vastagság és a folyáshatárhoz tartozó erő egyenes arányosságot mutat 100mm és a 200mm esetében. A szakítószilárdságra befolyással van a fúvott fóliagyártás beállítási közül, a fólia extruder utáni nyúlása. Ezzel magyarázható, hogy a 150mm-es fólia nem mutat lineáris összefüggést.

A különböző adalékolású fóliák esetében a viszonyítási alapot a 150 mm-es tiszta PE fólia adja. A 7. ábrán látható, hogy az UV adalék hatására, a fotoszintézis I-es

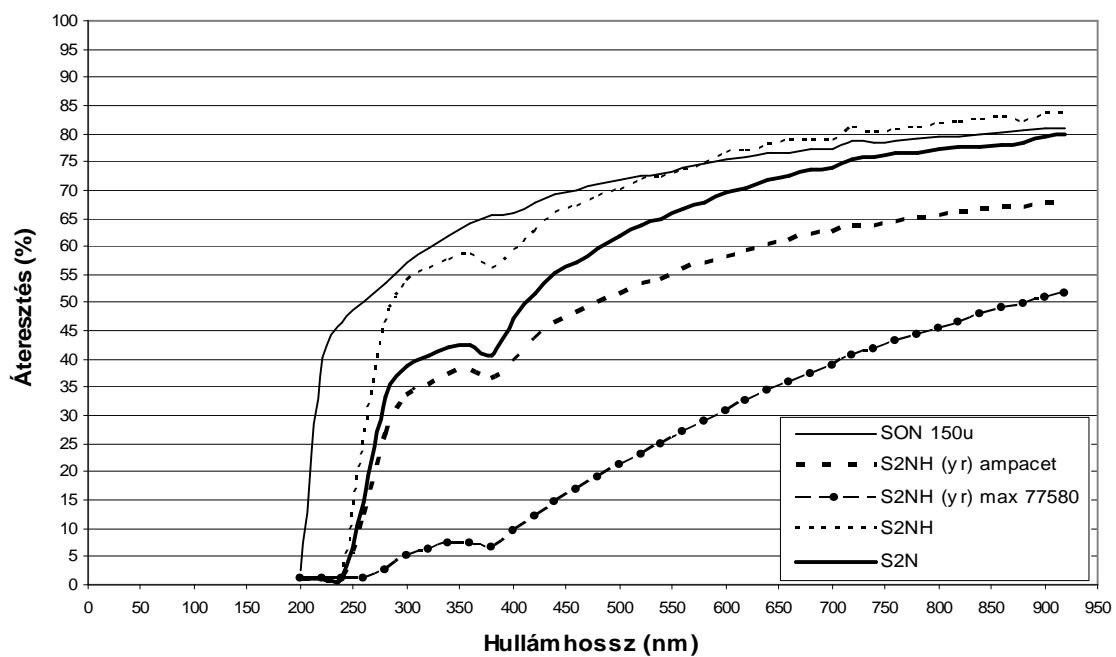
tartományában csökken az áteresztőképesség 5-15%-kal, amelyet a termofol adalékok tovább csökkentenek, szélső esetben az S2NH(yr) max 77580-as adalékolású 55%-kal. Ezért lényeges, kihasználni, hogy a belső fólia, amely az UV-től védve van, minél kevesebb UV adalékot tartalmazzon és nem lényeges a termofol hatás sem, ha a külső fólia tartalmaz.



5. ábra: Spektrális áteresztőképesség a vastagság függvényében.

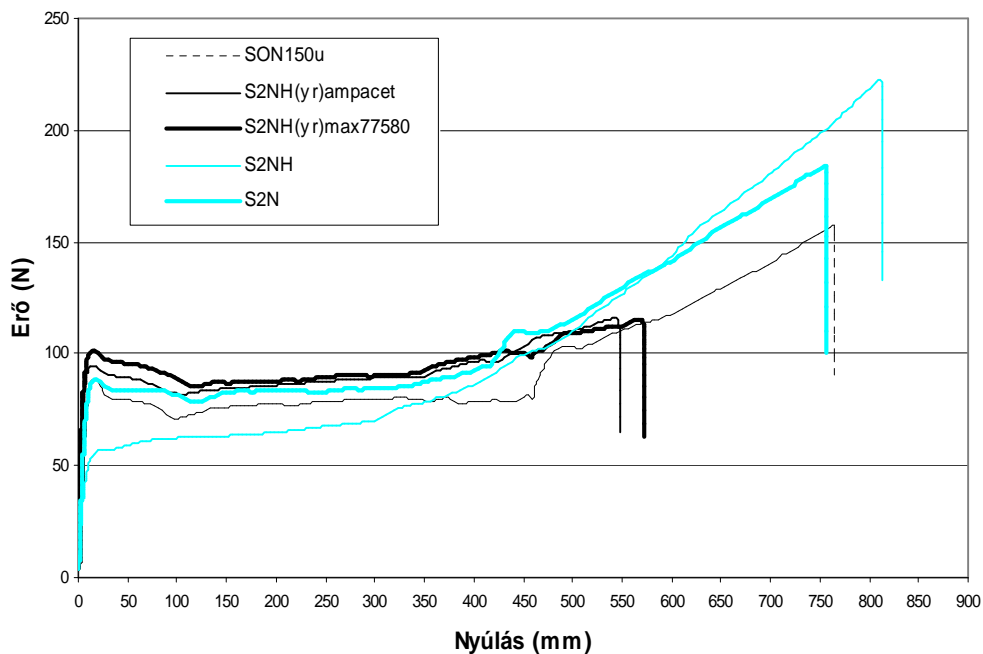


6. ábra: Szakítódíagram a vastagság függvényében



7. ábra: Spektrális áteresztőképesség az adalékolás függvényében

A 8. ábrán látható az adalékolás és a szakítószilárdság összefüggése. Az S2NH adalékolású fóliának nincs folyáshatára és lényegesen csökkent a rugalmas szakasz is.



8. ábra: Szakítódíagram az adalékolás függvényében

## ÖSSZEFOGLALÁS

- A mérések alapján igazoltuk, hogy a belső fólia kiválasztásánál eltekinthetünk az UV adalékolástól, ezáltal növelhetjük a növényházba jutó fénymennyiséget.
- A belső fólia kiválasztásánál, ha az tiszta Polietilén, akkor a vastagsági méretet a fólia terhelése határozza meg és csak másodsorban vehető figyelembe a spektrális fényátersztő képessége.
- A felismerés, hogy az eredő fényátersztő képességet a két fólia transzmittanciájának szorzata adja spektrálisan, lehetővé teszi két különböző módon adalékolt fólia által, kultúra specifikus spektrum előállítását és az energetikai jellemzők optimalizálását.